

ARTICLE ORIGINAL

# La mémoire spatiale chez cinq espèces de *Meriones* (*Rodentia*, *Gerbillidae*)<sup>1</sup>

par

I. KOMEROVSKY<sup>2</sup>

**SUMMARY :** The spatial memory of five species of *Meriones* (*Rodentia*, *Gerbillidae*).

The homing behaviour of Gerbils of the genus *Meriones* shows considerable interspecific variations : some species are able to return from a distance of several kilometres, while other species are totally lost after a displacement of a few metres. It is generally assumed that a homing behaviour of given species is related to the density of resources available in its habitat. It is equally evident that one factor underlying homing behaviour is spatial memory. The results of an investigation of spatial memory in five species of *Meriones* indicate that performance of the desert-dwelling species *M. crassus* and *M. libycus* is superior to that of the sub-desertic species *M. persicus*, *M. tristrami* and *M. shawi*, and also that spatial memory of males is better than that of females.

**Key words :** spatial memory, *Meriones*, homing.

## RÉSUMÉ

Les Gerbillidés d'Afrique du Nord et d'Asie, rongeurs désertiques et sub-désertiques, présentent des différences dans leur comportement de retour au gîte. Certains sont capables d'effectuer des déplacements de plusieurs kilomètres, d'autres se perdent s'ils sont éloignés de quelques centaines de mètres de leur terrier. Ce comportement est sans doute lié, pour chaque espèce, aux ressources alimentaires que le milieu peut leur offrir.

Quels que soient les sens mis en jeu pour le retour au gîte, la mémoire intervient pour retrouver les différents repères de l'environnement. C'est pourquoi nous avons testé, en laboratoire, la mémoire spatiale de 5 espèces de *Meriones* (Gerbillidés), afin de mettre en évidence d'éventuelles différences spécifiques et sexuelles. Nous avons constaté que les espèces les plus désertiques (*M. crassus* et *M. libycus*) ont une mémoire spatiale supérieure à celle des autres espèces (*M. persicus*, *M. tristrami* et *M. shawi*). Les mâles ont également une mémoire supérieure à celle des femelles.

**Mots clés :** mémoire spatiale, *Meriones*, retour au gîte.

<sup>1</sup> Manuscrit reçu le 9 juin 1992, accepté le 17 novembre 1993.

<sup>2</sup> Adresse : Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratoire de Conservation des Espèces animales, 53, avenue de St Maurice, F-75012 PARIS, France.

Adresse de correspondance : M.N.H.N. Laboratoire des Mammifères et Oiseaux, 55, rue de Buffon, F-75005 PARIS, France.

## Introduction

Les *Meriones*, rongeurs désertiques et subdésertiques d'Afrique du Nord et d'Asie, présentent des comportements de retour au gîte différents selon les espèces. Certaines sont capables d'effectuer des déplacements à grande distance et de revenir, d'autres se perdent si elles s'éloignent de quelques mètres de leur terrier (PETTER, 1961).

Pour retrouver le chemin de leur gîte après un déplacement, les rongeurs doivent mémoriser les différents repères de leur environnement et se les rappeler.

PETTER (1961) avait observé la qualité de la mémoire spatiale de *M. libycus* pour la disposition des orifices de son terrier au cours d'une expérience effectuée sur le terrain. Après avoir capturé une Merione dans son terrier, il avait obturé toutes les entrées de celui-ci, puis avait relâché l'animal. La Merione avait alors couru d'un orifice à l'autre et, dans l'impossibilité d'entrer, elle était restée prostrée.

Cette expérience témoignant de la qualité de la mémoire spatiale de cette Merione, nous avons voulu déterminer sa durée, et observer s'il existait une variabilité interspécifique, compte tenu de la différence d'aptitude à effectuer les retours au gîte selon les espèces. Nous avons également été intéressée par la possibilité d'une différence mnésique sexuelle. En effet, les femelles sont plus sédentaires que les mâles, car ce sont ces derniers qui se déplacent à la recherche du partenaire sexuel lors de la période de reproduction (PETTER, 1968).

## Matériel et Méthode

### a) Espèces animales utilisées

Disposant de peu d'animaux, nous avons utilisé 12 individus adultes pour chaque espèce, 6 mâles et 6 femelles. Cinq espèces ont été étudiées, les deux premières étant désertiques, les trois suivantes subdésertiques :

- *M. crassus* (Arabie saoudite) ;
- *M. libycus* (Maroc)
- *M. persicus* (Iran)
- *M. tristrami* (Israël)
- *M. shawi* (Tunisie).

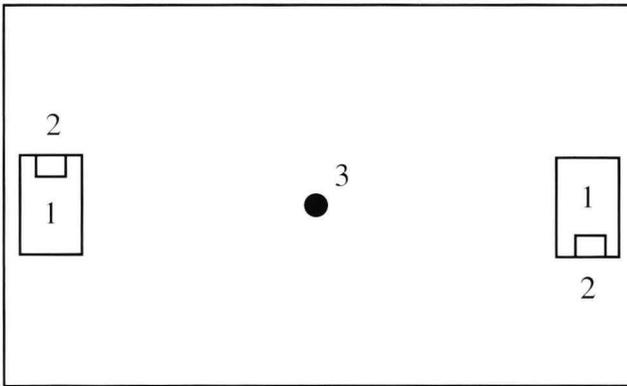
La plupart des études portant sur la mémoire des rongeurs ont été effectuées sur des rats. Nous avons également utilisé des rats blancs dans notre expérience, afin de pouvoir comparer les performances des *Meriones* aux leurs.

Tous les individus étudiés étaient nés en captivité.

### b) Protocole expérimental

Afin de réaliser un protocole expérimental comparable à celui employé par PETTER (1961), mais analysable dans des conditions de captivité, nous avons utilisé une enceinte de 2 m x 1,50 m située dans une pièce de 2,50 m de hauteur.

Nous y avons placé deux boîtes rectangulaires identiques, mesurant 30 x 25 x 10 cm, présentant une ouverture sur l'un des petits côtés. Chacune des deux boîtes, qui servait de nid aux rongeurs, était disposée au milieu de l'une et de l'autre des plus petites parois de l'enceinte (fig. 1). Ces boîtes étaient tournées en sens inverse l'une de l'autre, c'est-à-dire que l'orifice de la première boîte se trouvait au nord, l'orifice de la seconde boîte était au sud. De cette façon, les rongeurs étaient obligés de parcourir un chemin en diagonale pour passer d'une boîte à l'autre. Ce faisant, ils montraient une véritable motivation pour aller s'abriter. En effet, ces rongeurs préférant parcourir le chemin le plus court si le tracé leur permettait, il leur aurait été plus simple de passer d'une boîte à l'autre si les orifices avaient été du même côté.



- 1 : boîtes servant d'abri au rongeur
- 2 : entrée de la boîte
- 3 : position de l'animal lors de sa libération

**Fig. 1.** Enceinte expérimentale pour l'étude de la souvenance des *Meriones*.

Les rongeurs étaient lâchés un par un dans l'enceinte pendant 10 jours consécutifs, cette durée correspondant à une période de familiarisation des animaux à leur environnement. Après 10 jours de familiarisation, tous les animaux avaient acquis une bonne connaissance de la disposition des orifices des boîtes.

Après cette période de familiarisation, l'animal était enfermé dans sa cage pour une durée déterminée, correspondant à une mise à l'épreuve de sa mémoire spatiale. Nous avons choisi de tester la mémoire topographique des rongeurs après cinq « périodes d'oubli » : 4, 15, 30, 60 et 90 jours.

Pour éviter un biais dû à un apprentissage par les rongeurs, nous n'avons pas fait se succéder régulièrement les différentes périodes de captivité dans les cages, mais celles-ci sont intervenues dans un ordre quelconque ; par exemple, nous avons testé un individu après 15 j de captivité, puis après 90 j, 4 j, etc.

Après une « période d'oubli », nous tournions les boîtes sur elles-mêmes de 180°, et nous relâchions l'animal. Pour cela, nous déposions sa cage ouverte au centre de l'enceinte, de façon à ce que le rongeur puisse sortir quand et où il le souhaitait. Il n'existait pas de corrélation entre la direction dans laquelle il sortait et la direction qu'il prenait au départ de sa recherche de l'abri. Il lui

arrivait de se retourner si la direction de sortie ne correspondait pas à celle dans laquelle il désirait partir. Notre présence n'influçait pas non plus la direction prise par l'animal au moment du lâcher.

Lors de sa sortie de la cage, le rongeur ne pouvait voir les orifices des boîtes de par leur position. L'animal qui voulait alors se cacher dans l'une des deux boîtes et qui se rappelait l'emplacement de l'entrée se trouvait donc devant une boîte aveugle, l'orifice se situant à l'inverse de ce qu'il avait appris.

Nous avons limité la durée du test à 10 min car nous avons constaté que, passé ce délai, si l'animal n'avait pas trouvé l'une des deux entrées, il restait prostré parfois pendant des heures.

Entre chaque test, nous avons nettoyé le sol de l'enceinte et les boîtes afin de supprimer les traces odorantes laissées par les rongeurs. Les animaux testés étaient filmés par caméra vidéo.

Chaque individu a ainsi subi 5 tests, un par « période d'oubli ». Nous avons choisi de renouveler les phases de familiarisation de 10 jours entre chaque test, afin d'éviter les risques d'interférence entre deux. Cette théorie de l'interférence a été développée dans de nombreuses études sur l'apprentissage et le processus de l'oubli, en particulier par HILGARD et MARQUIS (1940), GUTHRIE (1942), HILGARD (1948), ADAMS (1961), HILGARD et BOWER (1966), ESTES (1970), WICKELGREN (1976), MAYES (1983) et WHITLOW et WAGNER (1984). Ces études démontrent que des événements intervenant entre l'apprentissage original et le rappel vont provoquer l'inefficacité de ce rappel, si les stimuli sont les mêmes ou similaires à ceux de la tâche critère et si les réponses sont antagonistes. Pour « casser » une habitude, il suffit de provoquer des mouvements différents intervenant en présence des repères employés dans cette habitude. Ces définitions, données pour un apprentissage conditionné, peuvent être appliquées dans le cadre de notre expérience. Comme l'explique également GUTHRIE (1952), il existe une loi dite « de l'événement le plus récent », dans laquelle, sur deux associations ayant le même repère, la plus récente prévaut sur l'autre. C'est pourquoi nous avons aussi inversé l'orientation des boîtes à chaque période de familiarisation. De cette façon, il ne devait pas y avoir de dépendance entre les tests, chaque période effaçant la précédente par des réponses antagonistes.

De nombreuses études ont été effectuées afin de déterminer si l'âge affectait les facultés d'apprentissage et de mémorisation des rongeurs. Les réponses à ce problème sont variables en fonction des auteurs. LIU (1928), BUGELSKI (1956), VERZAR-Mc DOUGALL (1957), BARNES (1979), WALLACE *et al.* (1980), INGRAM *et al.* (1981), GOUDSMIT *et al.* (1990) et VANDER STAAY *et al.* (1990) observent une capacité mnésique supérieure chez les jeunes rats par rapport à des individus plus âgés. MAIER (1932), PARSONS *et al.* (1972) et NAUTON *et al.* (1991) remarquent de meilleures performances chez les rats plus âgés, ceci pouvant être dû à la forte variabilité existant chez les jeunes. ANGERMEIR (1984) considère que les performances des rats âgés sont équivalentes à celles des plus jeunes. MEUDELL (1983) suggère que les motivations ne sont pas les mêmes entre les différentes classes d'âges.

Toutes ces études portant sur les rats, nous ne pouvions savoir ce qu'il en était des *Meriones*. Les animaux vieillissant au cours des expériences, nous aurions pu constater un affaiblissement des capacités de mémorisation ou d'apprentissage, en croyant observer une perte de l'information stockée dans la

mémoire en fonction de la durée des périodes d'oubli. C'est pourquoi nous avons comparé, par cette expérience, des individus de la même tranche d'âge pour une même période d'oubli. Nous avons pu observer qu'il ne semble pas y avoir de différence entre des individus d'âge moyen (15 mois) et des individus âgés (36 mois), chez les *Meriones*. En ce qui concerne les rats, les individus âgés (30 mois) manifestaient de médiocres performances, car ils semblaient manquer de motivation. En revanche, les *Meriones* subadultes manifestaient des performances moindres par rapport aux adultes. Nous n'avons pu définir s'il s'agissait d'une faible capacité d'apprentissage et de mémorisation, d'une moins bonne mémoire, d'un manque de motivation ou d'une plus grande plasticité de comportement.

Compte tenu de ces résultats, nous n'avons utilisé que des individus adultes, et nous avons supposé que la différence d'âge au cours des expériences chez les *Meriones* n'a pas introduit de biais. Mais l'expérience complète n'a pu être renouvelée sur les mêmes animaux, compte tenu de leur longévité.

Nous avons également vérifié que le taux d'activité était le même en fonction de l'âge, du sexe des individus, ou de la durée de la période d'oubli.

Après avoir été libéré dans l'enceinte, le rongeur manifestait différentes séquences comportementales, parmi celles définies de la manière suivante :

- 0 : l'animal se présente devant l'actuelle entrée de l'une des 2 boîtes ;
- 1 : l'animal va devant l'ancien emplacement de l'entrée de l'une des 2 boîtes ;
- 2 : il cherche l'entrée de cette boîte devant son ancien emplacement ( $t \leq 2$  secondes) ;
- 3 : il effectue une recherche de cette entrée ( $t > 2$  secondes) par des appuis, renflements, etc. ;
- 4 : il essaie de forcer l'emplacement de cette entrée (grattages, « coups de bélier ») ;
- 5 : il va devant l'ancienne entrée de la seconde boîte ;
- 6 : l'animal part en exploration du terrain ;
- 7 : il trouve l'entrée de l'une des deux boîtes ;
- 8 : l'animal reste prostré sans avoir découvert l'une des deux entrées.

Lorsqu'un individu se rappelait l'emplacement de l'entrée de la boîte auquel il avait été habitué, il partait dans sa direction dès le lâcher et le cherchait. Afin de quantifier les réponses de l'animal, un point a été attribué par séquence comportementale indiquant la mémoire de l'entrée des boîtes, c'est-à-dire pour les séquences 1, 2, 3, 4 et 5.

Au contraire, s'il allait directement à la nouvelle entrée de l'une des deux boîtes, on pouvait considérer qu'il ne se souvenait plus de son ancien emplacement, mais confusément du petit côté de la boîte. Par ailleurs, le comportement exploratoire et l'immobilité ne signifient rien en terme de mémoire. Aucun point n'a alors été attribué pour les séquences 0, 6, 7 et 8.

Chaque individu possède ainsi une note correspondant à son niveau de mémoire spatiale, pour chaque période d'oubli. La moyenne, effectuée séparément pour les mâles et les femelles, donne une estimation de la souvenance de l'échantillon de l'espèce considérée. Les tests statistiques, effectués au seuil de probabilité de 5 %, sont l'analyse de variance, le test de Student et l'analyse

factorielle des correspondances. Pour cela, les 5 notes de chaque individu ont été divisées en 2 classes :

- 0 à 2 points : pas de mémoire ;
- 3 points ou plus : mémoire.

Si un individu ne possède plus le souvenir de la position de l'entrée, il a une chance sur deux d'aller du bon côté de la boîte. Si par hasard il se dirige vers l'ancien emplacement de l'entrée et commence une recherche, il marquera 2 points, malgré l'absence de mémoire. C'est pourquoi nous avons choisi 2 comme borne supérieure de la première classe. Chaque période d'oubli a donc 2 variables, une par classe (A1, A2, B1, B2, etc.). Tous les individus dont les notes sont complètes (certains sont morts avant la fin de l'expérience) ont été utilisés pour l'AFC.

Nous avons également pris en compte le temps que passait un individu à découvrir le nouvel emplacement de l'entrée de l'une des deux boîtes, c'est-à-dire que nous avons analysé la durée réelle (et non maximale) de chaque test. En effet, l'animal met d'autant plus de temps à trouver le nouvel emplacement de l'orifice qu'il se souvient mieux de l'ancien. L'analyse a porté sur la courbe de régression obtenue à partir des médianes des temps et pour chaque niveau de test, pour chaque espèce, mâles et femelles confondus. Les tests statistiques, au seuil de probabilité de 5 %, sont celui du coefficient de corrélation et celui de l'erreur standard.

Nous avons essayé de prendre en compte le temps que mettaient les individus à s'orienter au moment de leur lâcher dans l'enceinte, mais cette mesure ne signifiait rien étant donné la différence de temps de réaction de chaque individu. En effet, certains restaient immobiles quelques minutes avant de partir rapidement, d'autres tournaient sur eux-mêmes avec frénésie, d'autres enfin partaient lentement après avoir regardé autour d'eux.

## Résultats

### a) *M. crassus*

La souvenance des mâles est significativement positive jusqu'à 60 j (**tabl. A, fig. A**).

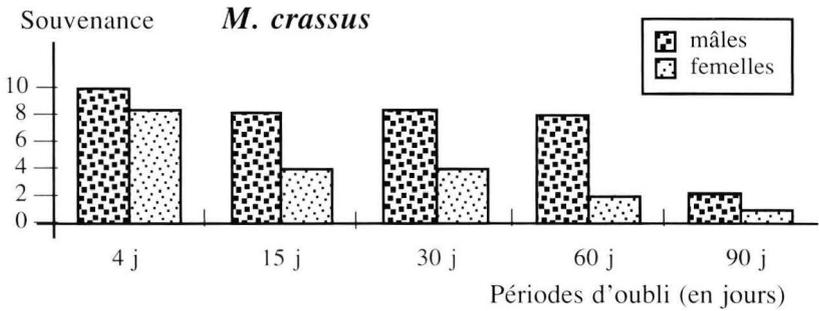
Celle des femelles est positive jusqu'à 30 j, puis ne devient plus significativement différente de 0 (**tabl. A, fig. A**).

Analyse multivariée (**fig. a**) : nous observons que le polygone de *M. crassus* se situe principalement dans la zone de forte mémoire à courte échéance, par rapport aux autres espèces. Toutefois, nous remarquons que l'une des femelles semble ne pas avoir de mémoire. Compte tenu du faible nombre d'individus, nous ne pouvons dire s'il s'agit d'un élément isolé, ou si le polygone doit être étiré. Si nous prenons en considération les premières analyses, il semblerait que l'hypothèse d'un individu isolé soit dans le domaine du possible. Le polygone des mâles indique une mémoire supérieure à celle des femelles.

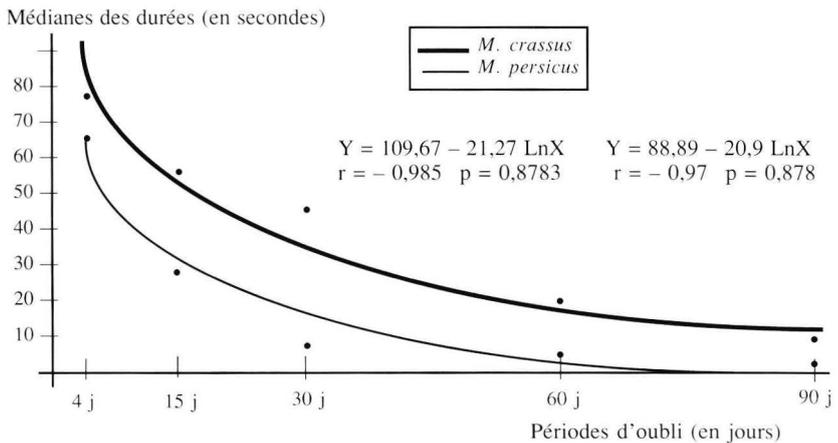
On remarque une diminution significative du temps de recherche de l'entrée des boîtes lorsque les durées de mise à l'épreuve de la mémoire augmentent ( $r^2 = 97\%$ ) (**fig. A bis**).

**Tabl. A.** Total des points des séquences comportementales de *M. crassus*.

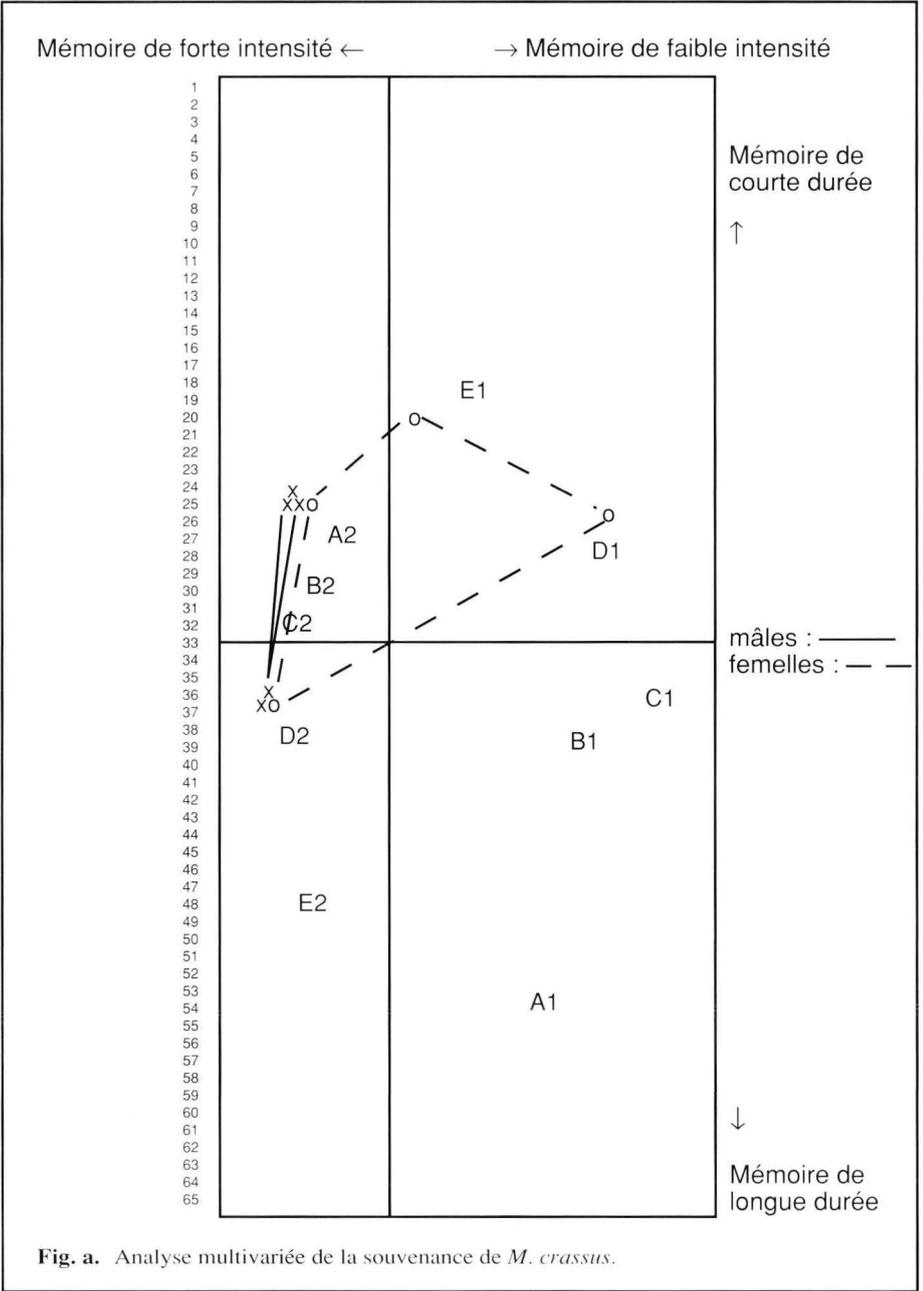
	A	B	C	D	E	F
0		<b>4 jours</b>	<b>15 jours</b>	<b>30 jours</b>	<b>60 jours</b>	<b>90 jours</b>
1	<b>mâles</b>	8,00	9,00	7,00	4,00	0,00
2		9,00	11,00	10,00	3,00	0,00
3		5,00	6,00	6,00	10,00	3,00
4		17,00	10,00	9,00	7,00	8,00
5		4,00	4,00	10,00	15,00	0,00
6		17,00				
7	<i>moyenne</i>	10,00	8,00	8,40	7,80	2,20
8						
9	<b>femelles</b>	3,00	2,00	2,00	0,00	0,00
10		6,00	3,00	3,00	0,00	0,00
11		9,00	6,00	5,00	3,00	0,00
12		9,00	7,00	9,00	2,00	0,00
13		12,00	0,00	0,00	2,00	2,00
14		11,00	6,00	5,00	7,00	4,00
15	<i>moyenne</i>	8,33	4,00	4,00	2,33	1,00



**Fig. A.** Souvenance de *M. crassus*.



**Fig. A. bis.** Temps passé à découvrir l'entrée d'une boîte en fonction des périodes d'oubli (*M. crassus* et *M. persicus*).

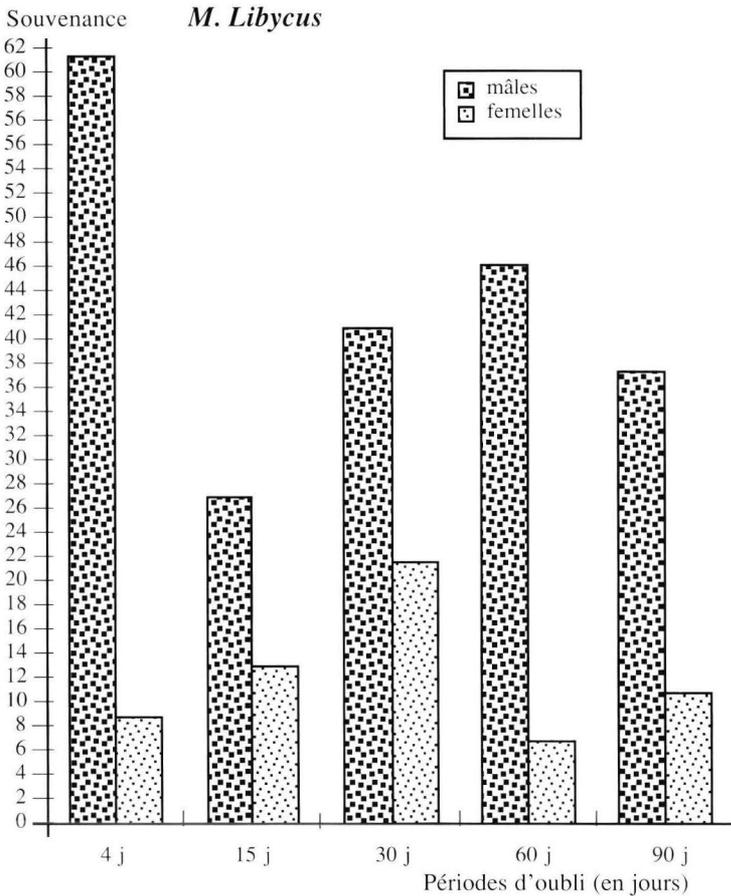


**b) *M. libycus***

La souvenance des mâles et des femelles atteint et dépasse les 90 jours. La souvenance des mâles est d'une intensité supérieure à celle des femelles (tabl. B, fig. B).

**Tabl. B.** Total des points des séquences comportementales de *M. libycus*.

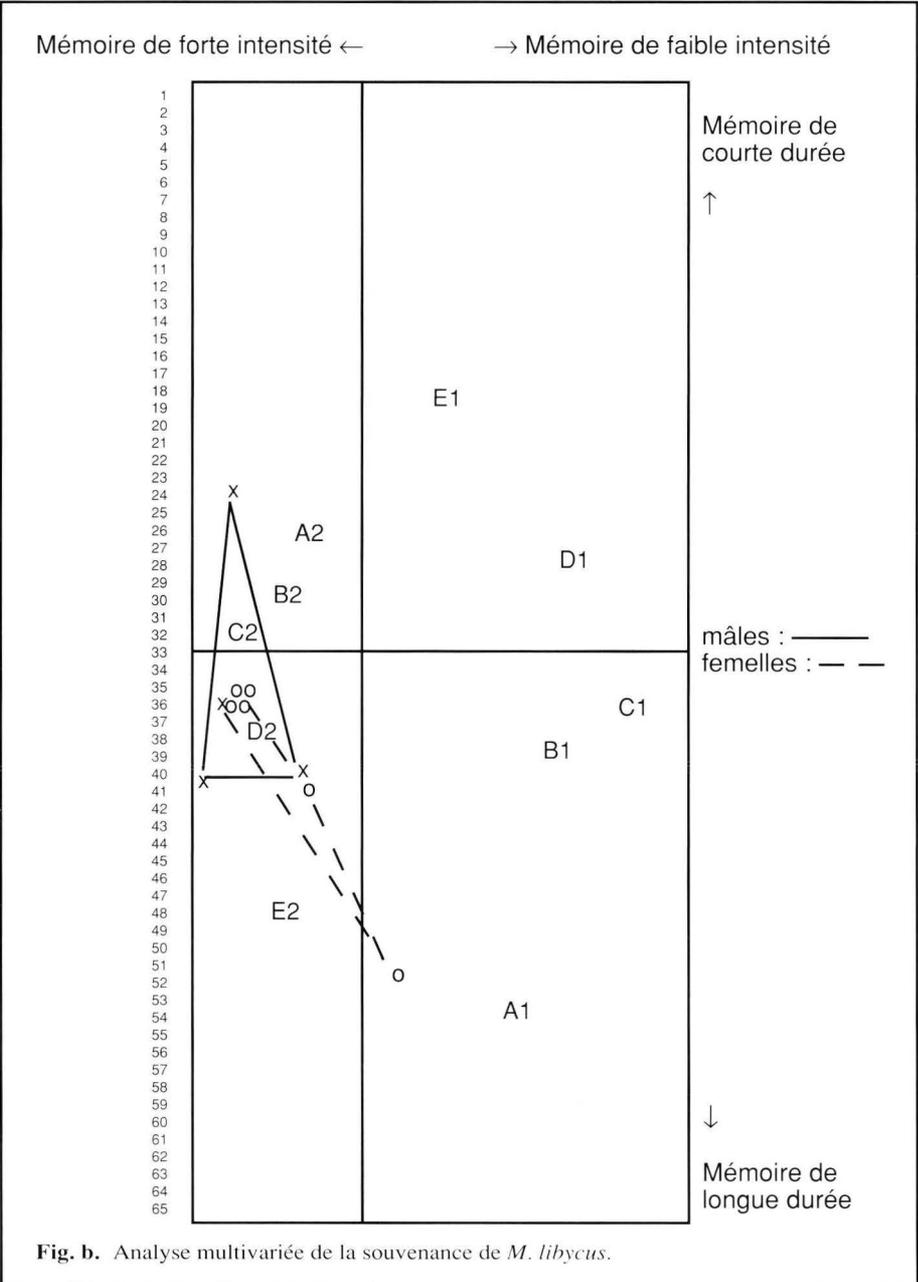
	A	B	C	D	E	F
0		<b>4 jours</b>	<b>15 jours</b>	<b>30 jours</b>	<b>60 jours</b>	<b>90 jours</b>
1	<b>mâles</b>	129,00	2,00	14,00	126,00	60,00
2		34,00	93,00	34,00	9,00	19,00
3		22,00	7,00	100,00	31,00	54,00
4			20,00	37,00	19,00	16,00
5			13,00	20,00		
6	<i>moyenne</i>	61,66	27,00	41,00	46,25	37,25
7						
8	<b>femelles</b>	11,00	4,00	15,00	10,00	9,00
9		14,00	35,00	89,00	4,00	23,00
10		2,00	0,00	10,00	11,00	7,00
11		3,00	2,00	3,00	4,00	9,00
12		13,00	30,00	5,00	5,00	3,00
13		10,00	5,00	8,00	6,00	13,00
14						9,00
15	<i>moyenne</i>	8,83	12,66	21,66	6,66	10,43



**Fig. B.** Souvenance de *M. libycus*.

Analyse multivariée (**Fig. b**) : le polygone de *M. libycus* se situe dans la zone de forte mémoire à long terme. Nous ne remarquons pas de différence entre les mâles et les femelles. Le polygone des mâles est un peu plus étendu dans la zone du court terme, mais celui des femelles est un peu plus étendu vers la zone de faible intensité.

Le coefficient de corrélation n'est pas significatif (14 %), leur souvenance ne diminuant pas avec le temps jusqu'à 90 jours.

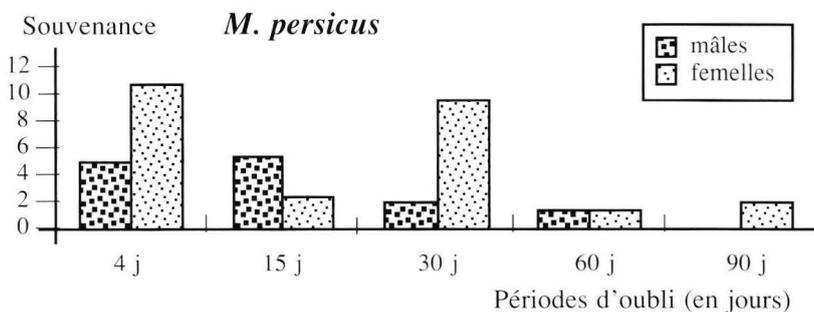


c) *M. persicus*

Après 4 jours, leur souvenance n'est pas significativement différente de 0. Il ne semble pas exister de différence entre les mâles et les femelles (**tabl. C, fig. C**).

**Tabl. C.** Total des points des séquences comportementales de *M. persicus*.

	A	B	C	D	E	F
0		4 jours	15 jours	30 jours	60 jours	90 jours
1	mâles	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2		1,00	4,00	0,00	0,00	0,00
3		12,00	9,00	5,00	2,00	0,00
4		0,00	9,00	3,00	4,00	0,00
5	moyenne	5,25	5,50	2,00	1,50	0,00
6						
7	femelles	18,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8		7,00	0,00	19,00	0,00	0,00
9		13,00	0,00	10,00	4,00	6,00
10		6,00	10,00			
11	moyenne	11,00	2,50	9,67	1,33	2,00

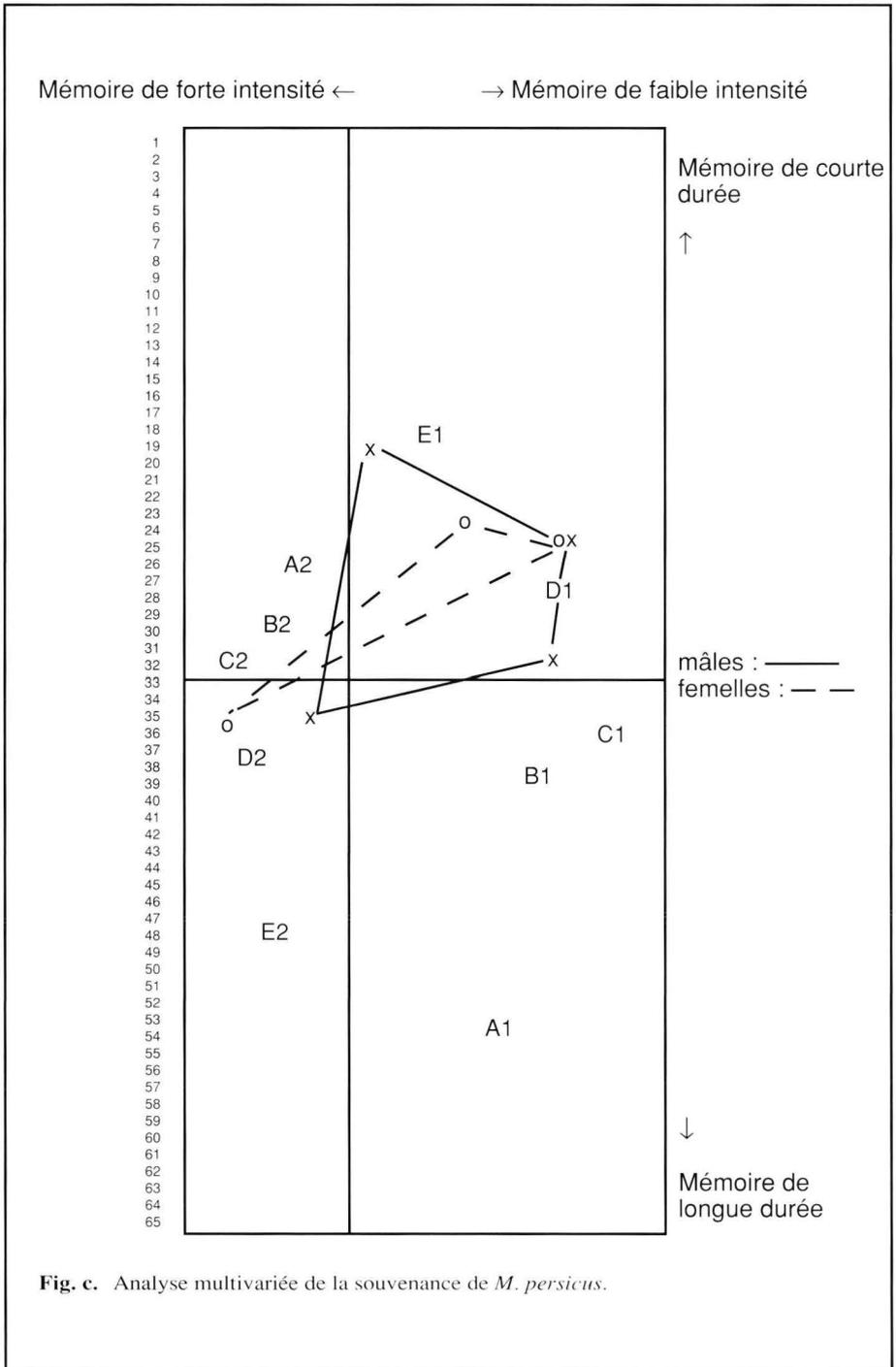


**Fig. C.** Souvenance de *M. persicus*.

Analyse multivariée (**fig. c**) : le polygone de *M. persicus* se situe nettement dans la zone de mémoire de faible intensité et à courte échéance. Il y a recouvrement du polygone des femelles avec celui des mâles, bien que l'on remarque une femelle isolée.

On remarque une diminution significative du temps de recherche de l'entrée des boîtes lorsque les durées de mise à l'épreuve de la mémoire augmentent ( $r^2 = 94\%$ ) (**fig. A bis**).

Nous avons pu comparer les résultats des courbes de régression de *M. crassus* et *M. persicus*, puisqu'elles sont significatives. La souvenance des *M. crassus* est supérieure à celle des *M. persicus* et décroît moins rapidement ( $67,21 < a_C < 152,12$  ;  $-34,19 < b_C < -9,20$  ;  $31,95 < a_P < 145,83$  ;  $-37,66 < b_P < -4,14$ ).

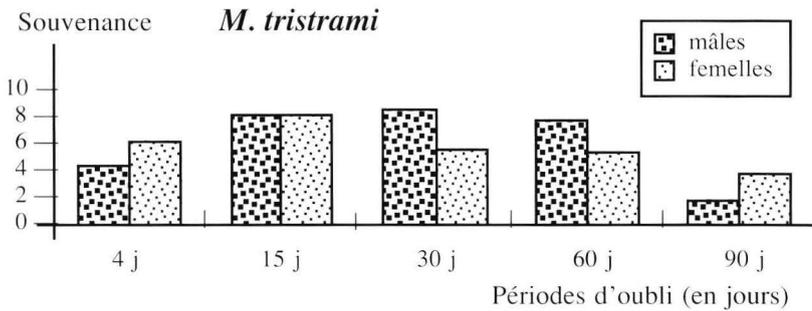


**d) *M. tristrami***

Il semblerait que leur souvenance ne dépasse pas 15 j et qu'il n'existe pas de différence entre les mâles et les femelles. Mais il existe une forte variabilité individuelle (**tabl. D, fig. D**).

**Tabl. D.** Total des points des séquences comportementales de *M. tristrami*.

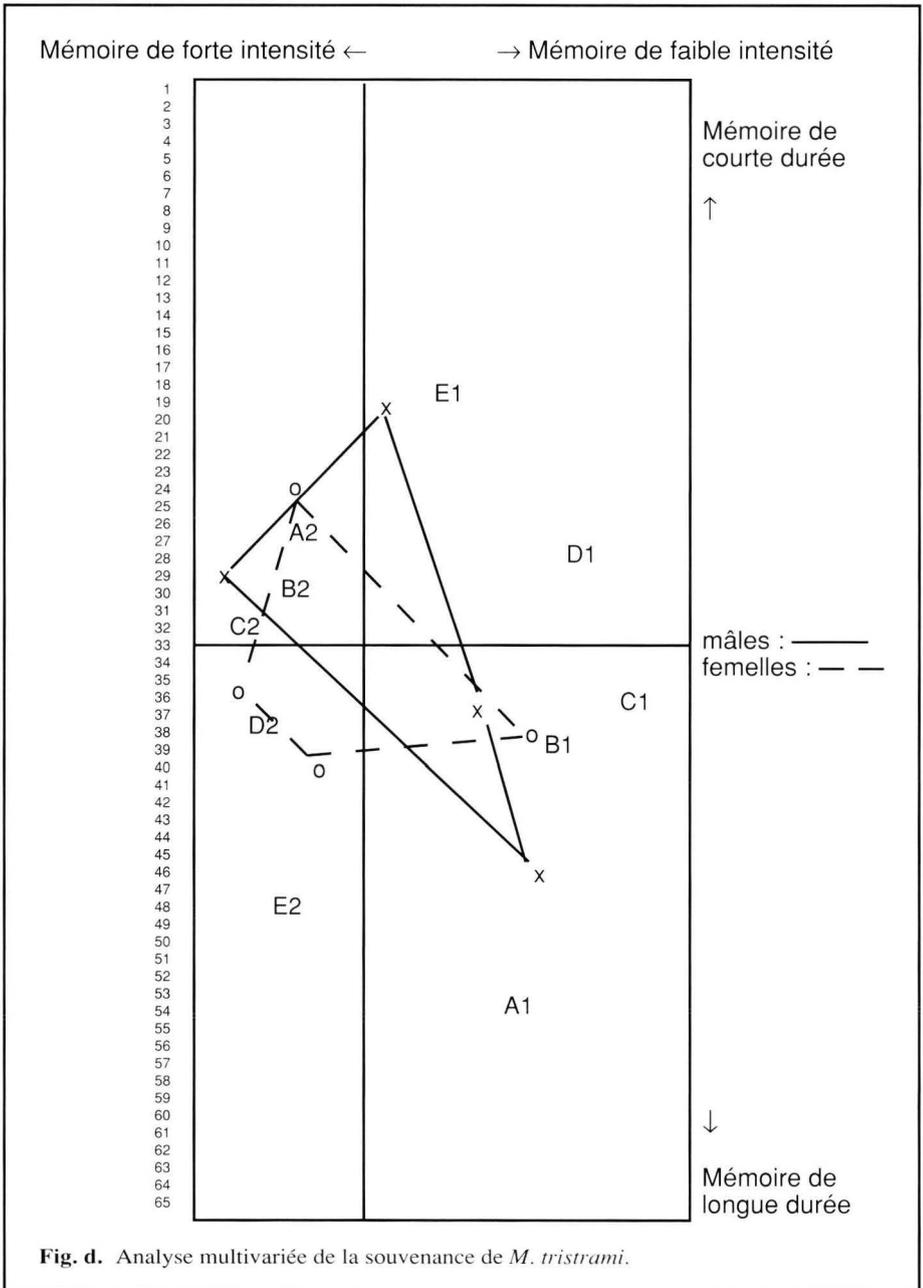
	A	B	C	D	E	F
0		<b>4 jours</b>	<b>15 jours</b>	<b>30 jours</b>	<b>60 jours</b>	<b>90 jours</b>
1	<b>mâles</b>	6,00	7,00	0,00	3,00	
2			7,00	0,00	3,00	
3		10,00	8,00	44,00	0,00	0,00
4		0,00	9,00	0,00	0,00	3,00
5		2,00	9,00	0,00	28,00	2,00
6	<i>moyenne</i>	4,50	8,00	8,80	6,80	1,66
7						
8	<b>femelles</b>	11,00	27,00	7,00	5,00	7,00
9		6,00	2,00	7,00		5,00
10		4,00	5,00	12,00	5,00	2,00
11		9,00	2,00	0,00	2,00	4,00
12		4,00	2,00	5,00	11,00	3,00
13		3,00	10,00	3,00	4,00	2,00
14	<i>moyenne</i>	6,16	8,00	5,66	5,40	3,83



**Fig. D.** Souvenance de *M. tristrami*.

Analyse multivariée (**fig. d**) : le polygone se répartit sur l'ensemble des zones, sans montrer d'avantage sur l'une ou sur l'autre. Le polygone des mâles et celui des femelles semblent se superposer.

Le coefficient de corrélation n'est pas significatif ( $r^2 = 0,33 \%$ ).



**e) *M. shawi***

Leur souvenance ne semble pas dépasser 4 j, mais là encore, il existe une forte variabilité individuelle (**tabl. E, fig. E**).

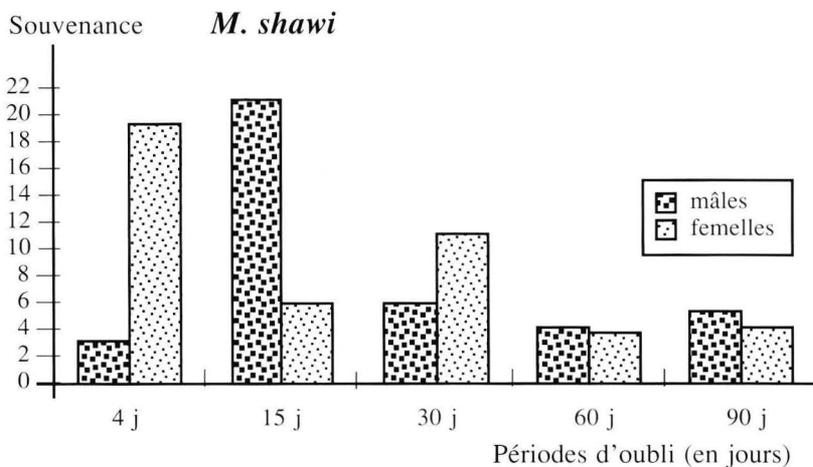
Analyse multivariée (**fig. e**) : le polygone se répartit sur l'ensemble des zones, ce qui rappelle une fois de plus leur grande variabilité. Néanmoins, le

polygone des mâles s'étire dans la zone de présence de mémoire, aussi bien à courte qu'à longue échéance. Le polygone des femelles est davantage déporté vers la zone d'absence de mémoire.

Le coefficient de corrélation n'est pas significatif ( $r^2 = 13,9 \%$ ).

**Tabl. E.** Total des points des séquences comportementales de *M. shawi*.

	A	B	C	D	E	F
0		<b>4 jours</b>	<b>15 jours</b>	<b>30 jours</b>	<b>60 jours</b>	<b>90 jours</b>
1	<b>mâles</b>	4,00	9,00	13,00	5,00	8,00
2		0,00	5,00	3,00	3,00	3,00
3		4,00	3,00	10,00	5,00	1,00
4		6,00	41,00	0,00	6,00	0,00
5		4,00	45,00	3,00	2,00	15,00
6	<i>moyenne</i>	3,60	20,60	5,80	4,20	5,40
7						
8	<b>femelles</b>	12,00	6,00	8,00	4,00	0,00
9		7,00	8,00	19,00	0,00	8,00
10		2,00	11,00	2,00	4,00	7,00
11		63,00	2,00	16,00	7,00	0,00
12		9,00	2,00			6,00
13	<i>moyenne</i>	18,60	5,80	11,25	3,75	4,20



**Fig. E.** Souvenance de *M. shawi*.

## f) Rats blancs

On observe une grande variabilité, ce qui entraîne une incohérence dans les résultats (**tabl. F**, **fig. F**).

Analyse multivariée (**fig. f**) : le polygone représente une absence presque totale de mémoire. Toutefois, on remarque la supériorité des mâles par rapport aux femelles.

Le coefficient de corrélation n'est pas significatif ( $r^2 = 26 \%$ ).

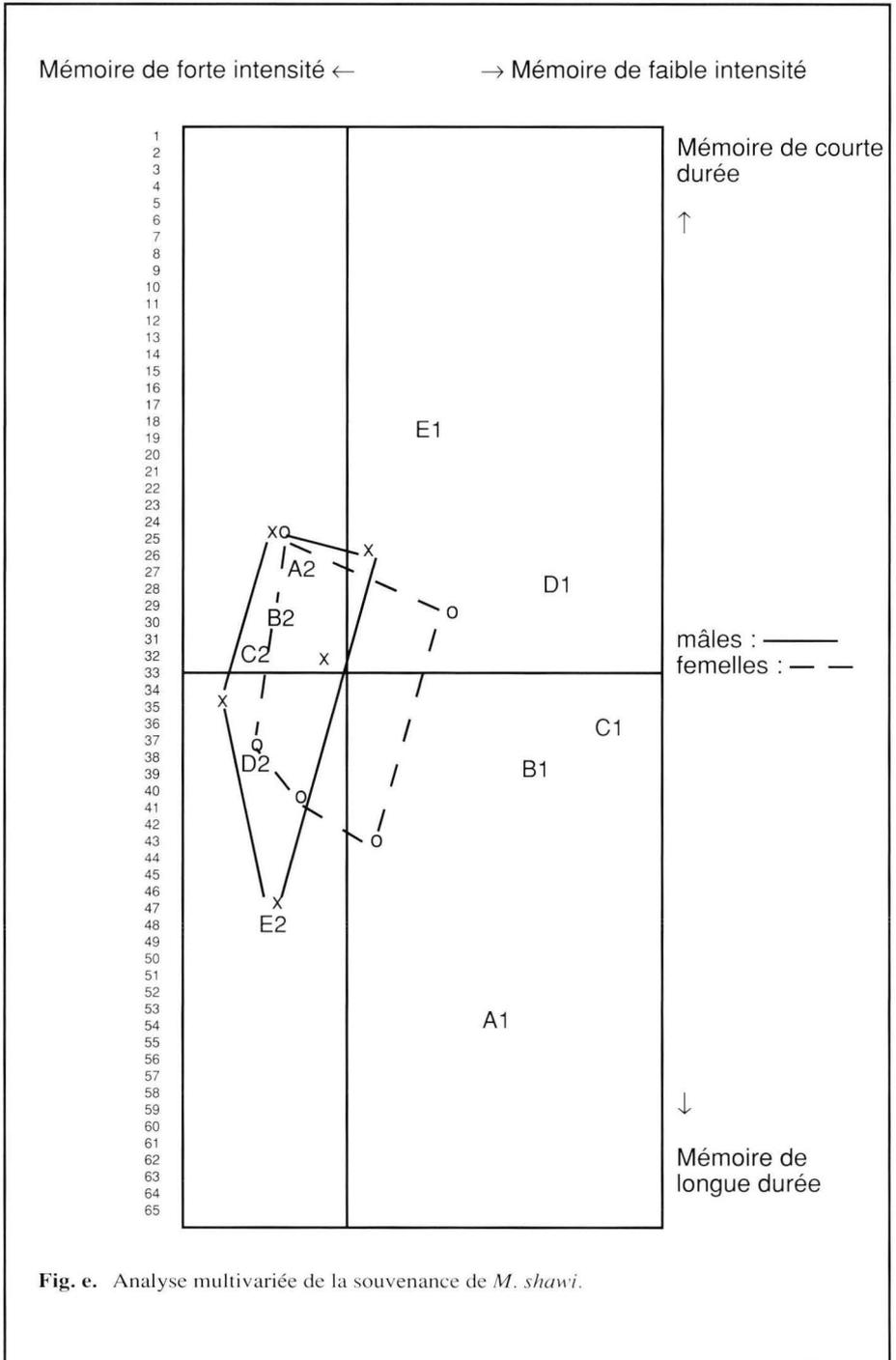
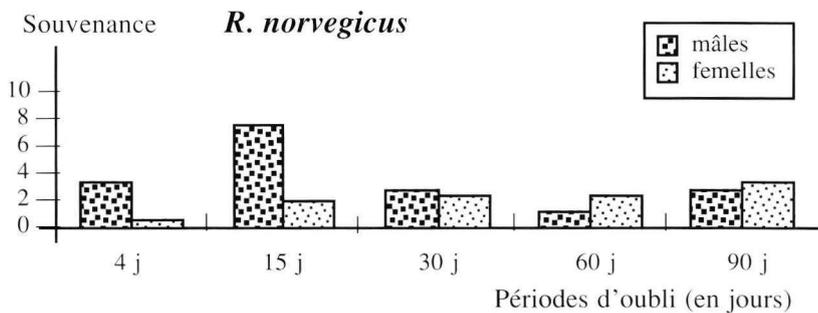


Fig. e. Analyse multivariée de la souvenance de *M. shawi*.

**Tabl. F.** Total des points des séquences comportementales des Rats blancs.

	A	B	C	D	E	F
0		<b>4 jours</b>	<b>15 jours</b>	<b>30 jours</b>	<b>60 jours</b>	<b>90 jours</b>
1	<b>mâles</b>	3,00	8,00	5,00	0,00	8,00
2		8,00	10,00	3,00	6,00	0,00
3		3,00	0,00	2,00	0,00	0,00
4		3,00	17,00	2,00	0,00	7,00
5		0,00	3,00	0,00	0,00	2,00
6						0,00
7	<i>moyenne</i>	3,40	7,60	2,40	1,20	2,83
8						
9	<b>femelles</b>	0,00	2,00	0,00	2,00	2,00
10		2,00	2,00	2,00	4,00	3,00
11		0,00	0,00	3,00	0,00	0,00
12		0,00	4,00	0,00	5,00	8,00
13		0,00	3,00	0,00	3,00	3,00
14		2,00	0,00	8,00	0,00	5,00
15	<i>moyenne</i>	0,66	1,83	2,16	2,33	3,50

**Fig. F.** Souvenance des Rats blancs.

## Discussion

Au travers de ces expériences, nous avons pu observer trois types de résultats.

Il n'est pas toujours possible de comparer des rongeurs très différents les uns des autres par un même protocole. En effet, selon notre étude, les rats semblent dénués de mémoire ou de capacité d'apprentissage. Or de nombreux auteurs (SCHLOSBERG, 1934 ; HUNTER, 1935 ; SKINNER, 1938 ; VERZAR-Mc DOUGALL, 1957) observent une mémoire chez le rat pouvant atteindre 60 jours. Comme le dit très justement SKINNER (1938), on peut trouver des durées de mémoire variables en fonction du type d'apprentissage utilisé. Nos résultats suggèrent en fait qu'il existerait une différence dans les stratégies employées par les rats et par les *Meriones*. Une telle différence a également été observée par RIESS (1934) entre des rats blancs et des cochons d'Inde, ce qui tend à démontrer que deux familles distinctes de rongeurs peuvent utiliser des stratégies différentes en réponse à un même protocole. Dans le cas des *Meriones*, les individus

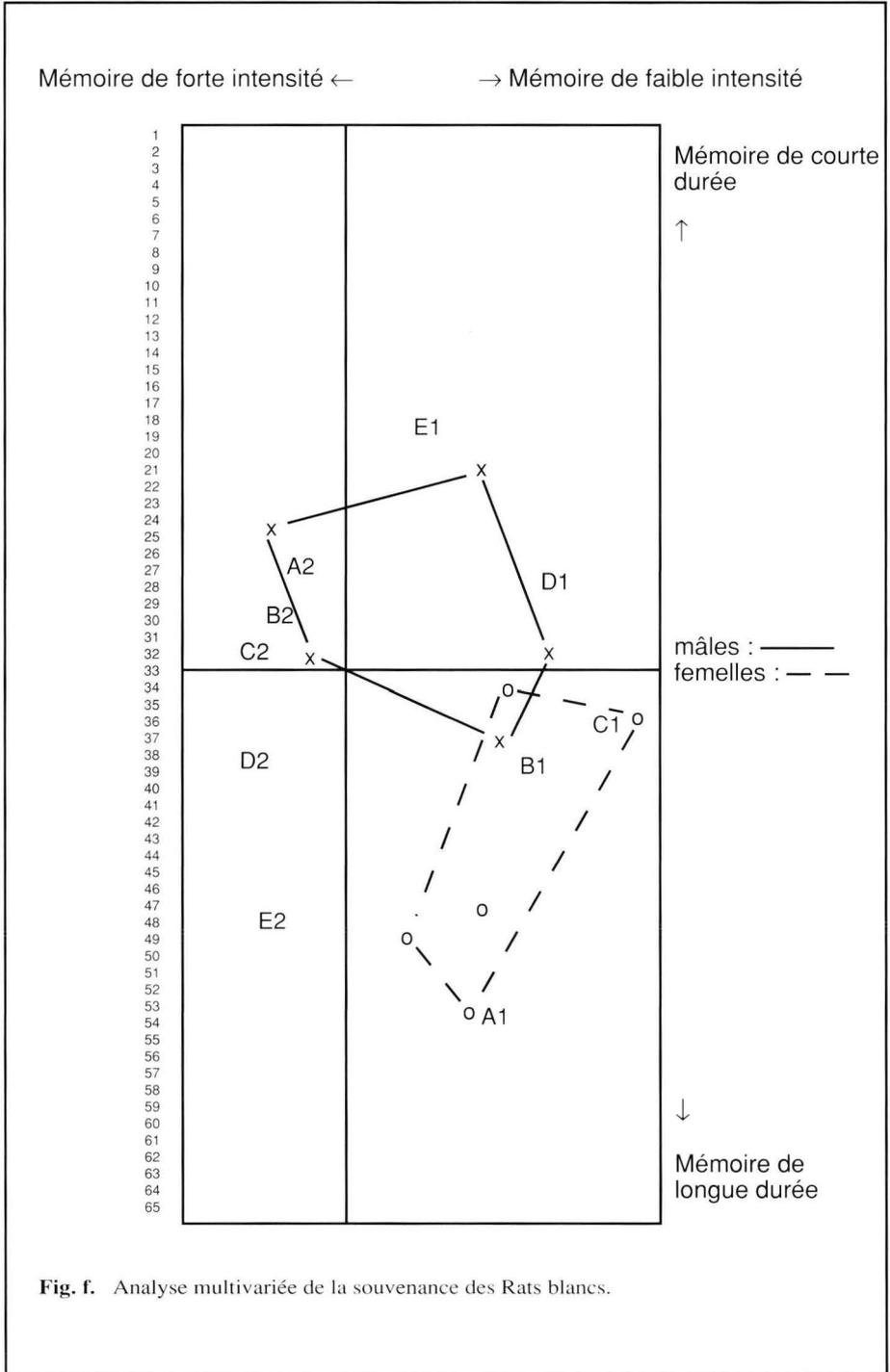
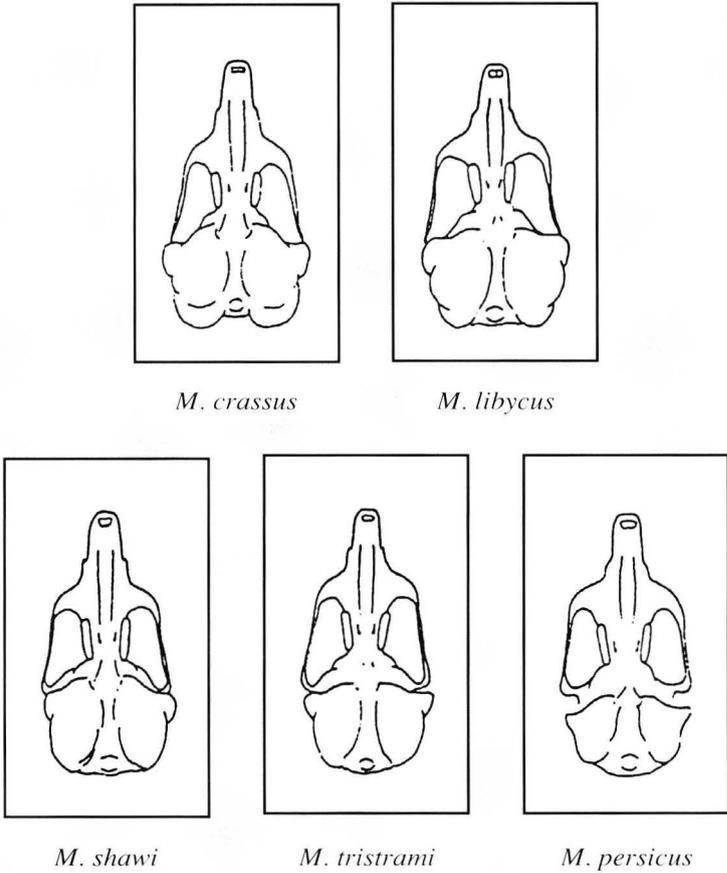


Fig. f. Analyse multivariée de la souvenance des Rats blancs.

recherchent l'entrée de leur nid, et non n'importe laquelle. Il arrivait que, au cours de l'exploration de l'enceinte, un individu se trouve par hasard devant l'entrée de l'une des deux boîtes, s'en désintéresse et revienne alors devant l'ancien emplacement. D'autre part, les *Meriones*, habituées à circuler en terrain découvert, n'hésitaient pas à passer par le centre de l'enceinte pour courir d'une boîte à l'autre. Au contraire, les rats ne circulaient pas à travers l'enceinte, mais longeaient les parois des murs ou des boîtes. Ils parvenaient ainsi facilement à trouver le nouvel emplacement de l'orifice et n'hésitaient pas à y entrer, semblant uniquement intéressés par le concept de la cache. Ils pouvaient alors ressortir et faire le tour de la boîte pour chercher l'ancienne entrée. Ceci semble montrer l'existence d'une mémoire spatiale à long terme chez le rat, mais qui n'a pu être mise en évidence par ce type de protocole, qui ne convient sans doute pas à cette espèce. Ces animaux semblent posséder une « perspicacité » particulière (HELSON, 1927), qui les conduit à faire des ajustements en fonction du protocole (SCHNEIRLA, 1960). TOLMAN *et al.* (1946, 1948) ont proposé une théorie « d'expectation » (prévision), expliquant qu'un individu peut modifier ses réactions pour atteindre un but, s'il s'attend à ce dernier. Ainsi, nos rats pouvaient connaître la localisation de l'entrée parce qu'ils l'avaient apprise, mais étaient capables de trouver la nouvelle en se fondant, par exemple, sur des repères tels que le petit côté de la boîte ; alors que les *Meriones* ne parvenaient pas à faire « abstraction » des autres repères de l'environnement leur signalant où se trouvait l'entrée aprrise.

Nous constatons que la mémoire spatiale à long terme des *Meriones* est d'intensité et de durée variable selon les espèces. Cette mémoire est plus importante chez les espèces désertiques. Plus une espèce vit dans un milieu aride et plus elle a une faible densité de peuplement, plus sa souvenance est élevée. Ainsi *M. libycus*, dont la densité de peuplement dans le désert peut être de 1 individu pour 20 hectares avec un domaine vital de 5 000 m<sup>2</sup> (PETTER, 1961), a une souvenance d'intensité comparable, mais à plus long terme (au moins 90 jours contre 30 ou 60) que *M. crassus*, qui vit dans le même biotope, avec une densité de 1 individu pour 10 hectares. *M. persicus*, qui vit dans un milieu moins aride et en taches de peuplement (20 ind./ha, domaine vital de 400 m<sup>2</sup>) a une souvenance de faible intensité et à court terme (4 jours). Or plus une espèce vit dans un milieu aride avec une faible densité de peuplement, plus elle est obligée de se déplacer pour trouver sa nourriture et un partenaire sexuel. Au contraire, les espèces vivant dans un milieu plus riche ont beaucoup moins de contraintes. Il semble donc exister une corrélation entre la mémoire de nos *Meriones* et leurs conditions de vie en milieu naturel. Cette corrélation se retrouve quant à la taille de leurs bulles tympaniques. En effet, une étude menée par LEGOUIX *et al.* (1954) montre une différence significative de la taille des bulles selon les espèces de *Meriones*. Elles sont hypertrophiées chez les espèces désertiques, contrairement aux espèces subdésertiques (fig. 2). BRIDELANCE et PAILLETTE (1985) ont montré qu'il pouvait y avoir une corrélation entre les performances acoustiques de ces rongeurs et leur milieu de vie. Cette hypertrophie pourrait permettre de développer l'audition à distance et, par conséquent, de donner un avantage adaptatif aux espèces qui la manifestent. Comme nous constatons une corrélation identique entre les performances mnésiques des *Meriones* et leur biotope, nous pouvons supposer que des capacités de mémoire élevées peuvent également correspondre à une adaptation favorisant le développement d'espèces dans un milieu peu propice à la vie.

Enfin, nous avons remarqué que les mâles présentent, dans leur ensemble, des performances mnésiques supérieures à celles des femelles. Pendant la



**Fig. 2.** Comparaison des bulles tympaniques de 5 espèces de *Meriones* (crânes rapportés à une même longueur).

période de reproduction, ce sont les mâles qui partent à la recherche des femelles, et non le contraire. JACOBS *et al.* (1990) ont étudié le rapport du volume de l'hippocampe au volume du cerveau chez deux espèces de Campagnols. Ils ont montré que, chez l'espèce dans laquelle les mâles possèdent un plus grand domaine vital que les femelles, l'hippocampe est de taille supérieure chez les mâles par rapport à celui des femelles. Or la taille de l'hippocampe est corrélée positivement avec les performances en labyrinthe chez les souris. La formation hippocampale serait le centre des cartes spatiales et cognitives (O'KEEFE, 1990). Nous observons donc une cohérence entre ces résultats et les nôtres quant aux aptitudes des *Meriones*.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions F. PETER pour son enseignement et ses connaissances sur les *Meriones*, ainsi que J. CUISIN pour son dessin des bulles tympaniques et E. PASQUET, pour la réalisation de l'AFC.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS J.A. (1961). — The second facet of forgetting : a review of warm-up decrement. *Psychol. Bull.*, **58** : 257-273.
- ANGERMEIER W.F. (1984). — *The evolution of operant learning and memory*. Ed. Karger : 201 p.
- BARNES C.A. (1979). — Memory deficits associated with senescence : a neurophysiological and behavioral study in the rat. *Journ. Comp. Physiol. Psychol.*, **93** : 74-104.
- BRIDELANCE P. et PAILLETTE M. (1985). — Un système original de communication sonore chez des rongeurs désertiques : la podophonie chez quatre espèces de *Meriones* (Rongeurs, Gerbillidés). *Mammalia*, **49** (2) : 161-172.
- BUGELSKI B.R. (1956). — *The psychology of learning*. New-York, Holt.
- ESTES W.K. (1970). — *Learning theory and mental development*. N.Y., London : Academic Press : 223 p.
- GOUDSMIT E., VAN DE POLL N.E. and SWAAB D.F. (1990). — Testosterone to reverse spatial memory decline in aged rats and impairs retention in young and middle-aged animals. *Behav. Neural. Biol.*, **53** : 6-20.
- GUTHRIE E.R. (1942). — Conditioning : a theory of learning in terms of stimulus, response and association. In : *The psychology of learning*. Chicago, Univ. of Chicago Press : 17-60.
- GUTHRIE E.R. (1952). — *The psychology of learning*. 2-Aufl. New-York, Harper.
- HELSON H. (1927). — Insight in the White Rat. *Journ. Exper. Psychol.*, **10** : 378-397.
- HILGARD E.R. (1948). — *Theories of learning*. New-York, Appleton-Century-Crofts : 409 p.
- HILGARD E.R. and MARQUIS D.G. (1940). — *Conditioning and learning*. New-York, Appleton-Century-Crofts : 429 p.
- HILGARD E.R. and BOWER G.H. (1966). — *Theories of learning*. New-York, Appleton-Century-Crofts : 661 p.
- HUNTER W.S. (1935). — The disinhibition of experimental extinction in the White rat. *Science*, **81** : 77-78.
- INGRAM D.K., LONDON E.D. and GOODRICK C.L. (1981). — Age and neurochemical correlates of radial maze performance in rats. *Neurobiol. Aging*, **2** : 41-47.
- JACOBS L.F., GAULIN S.J.C., SHERRY D.F. and HOFFMAN G.E. (1990). — Evolution of spatial cognition : sex-specific patterns of spatial behavior predict hippocampal size. *Proc. Natl. Acad. Sci USA*, **87** : 6349-6352.
- LEGOUX J.P., PETER F. et WISNER A. (1954). — Etude de l'audition chez les mammifères à bulles tympaniques hypertrophiées. *Mammalia*, **18** (3) : 262-271.
- LIU S.Y. (1928). — The relation of age to the learning ability of the White rat. *Journ. Comp. Psychol.*, **8** : 75-85.

- MAIER N.R.F. (1932). — Age and intelligence in Rats. *Journ. Comp. Psychol.*, **13** : 1-6.
- MAYES A. (1983). — The development and course of long-term memory. In : *Memory in animals and humans*. Ed. by A. Mayes - Van Nostrand Reinhold (UK) Co Ltd. : 133-176.
- MEUDEL P. (1983). — The development and dissolution of memory. In : *Memory in animals and human*. Ed. by A. Mayes - Van Nostrand Reinhold (UK) Co Ltd. : 83-132.
- NAUTON P., GIRY N., BRUHAT M.A. et ALLIOT J. (1991). — *Apprentissage et mémorisation chez la rate au cours du vieillissement*. Coll. Ontogénèse et sénescence, Caen.
- O'KEEFE J. (1990). — A computational theory of hippocampal cognitive map. In : *Progress in brain research*. Storm-Mathiesen J., Simmer J. and Ottersen O. P. Amsterdam-Elsevier, (83) : 301-312.
- PARSONS P.J., FAGAN T. and SPEAR N.E. (1972). — Short-term rétention of habituation in the rat : a development study from infancy to old age. *Journ. Comp. Physiol. Psychol.*, **84** (3) : 545-553.
- PETTER F. (1961). — Répartition géographique et écologique des rongeurs désertiques (du Sahara occidental à l'Iran oriental). *Mammalia*, **25** (n° spécial).
- PETTER F. (1968). — Retour au gîte et nomadisme chez un rongeur à bulles tympaniques hypertrophiées. *Mammalia*, **32** (4) : 537-549.
- RIESS B.F. (1934). — The limits of learning ability in the White rat and Guinea pig. *Genet. Psychol. Monogr.*, **15** : 303-368.
- SCHOLSBERG H. (1934). — A preliminary description of the behavior of the White rat in a simple conditioned response situation. *Psychol. Bull.*, **31** : 615-616.
- SKINNER B.F. (1938). — The behavior of organisms. New-York, Appleton-Century-Crofts.
- SCHNEIRLA T.C. (1960). — L'apprentissage et la question de conflit chez la fourmi. Comparaison avec le rat. *Journ. Psychol. norm. pathol.*, **57** : 11-44.
- TOLMAN E.C., RITCHIE B.F. and KALISH D. (1946a). — Studies in spatial learning : Orientation and the short-cut. *Journ. exp. Psychol.*, **36** : 13-24.
- TOLMAN E.C. (1948). — Cognitive maps in rats and men. *Psychol. Rev.*, **55** : 189-208.
- VAN DER STAAY F.J., KRECHTING B., BLOKLAND A. and RAAYMAKERS W. (1990). — The cone field : a spatial discrimination task for the automatic and simultaneous assessment of working and reference memory in rats. *Journ. Neurosci. Meth.*, **31** : 13-22.
- VERZAR-Mc DOUGALL E.J. (1957). — Studies in learning and memory in ageing rats. *Gerontologia (Basel)*, **1** : 65-85.
- WALLACE J.E., KRAUTER E.E. and CAMPBELL B.A. (1980). — Animal models of declining memory in the aged-short-term and spatial memory in the aged rat. *Journ. Geront.*, **35** : 364-370.
- WHITLOW J.W. and WAGNER A.R. (1984). — Memory and habituation. In : *Habituation, sensitization and behavior*. Ed. Harman V.S. - Peeke and Lewis Petrinovitch : 103-153.
- WICKELGREN W.A. (1976). — Memory storage dynamic. In : *Handbook of learning and cognitive processes*. Estes W.K. *Lea*, **4** : 321-361.